

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin, Dörnbergstrasse 7.

№ 707. Jahrg. XIV. 31. 1903.

Der Goldbergbau der Römer in Siebenbürgen und Spanien.

Von Professor Dr. Albano Brand.

(Schluss von Seite 475.)

Auch die übrige Bevölkerung: Kaufleute, Handwerker und Arbeiterschaft, war streng gegliedert. Dies ist theils durch Inschriften überliefert, theils sind durch die überraschenden Funde der Cerattafeln (Wachstafeln) noch intimere Einblicke in die socialen Zustände der damaligen Zeit eröffnet worden. Es sind im ganzen dreiundzwanzig Wachstafeln, zum Theil in verrammelten Stollen, bei Alburnus major gefunden worden, welche sich, durch ihre Construction (s. Abb. 337 u. 338) geschützt und der conservirenden Wirkung von Vitriolwässern in den Gruben ausgesetzt, erhalten konnten.

Innerhalb der Gemeinden gab es danach Collegien, von denen zwölf bekannt geworden sind, die entweder mehr nationale Verbände mit ausgeprägt religiösem Mittelpunkte repräsentirten, oder bei denen der genossenschaftliche (gewissermaassen Zunft-) Charakter hervortrat. Unter den letzteren waren die „Collegia fabrum“ (der Schmiede und Techniker) mit vielen Unterabtheilungen in Ulpia Trajana, Apulum u. a. O. die bedeutendsten. Bemerkenswerth sind noch das „Collegium utriclariorum“ (der Fährleute, welche auf Schläuchen *(uter)* die Reisenden über die Flüsse setzten) und das „Collegium lecticariorum“ (der Sänftenträger) in Ulpia Trajana.

Das „Collegium Jovis Cerneni“ vereinigte Leute vom Bergfach. Wie die übrigen nahm dieser Verein seine Interessen wahr und feierte seine Feste zu ihrer Zeit, wovon uns ein interessanter Speisezettel Kunde giebt, der sich auf einer Cerattafel erhalten hat*); doch scheint auch ein hervorragender Zweck desselben die gemeinschaftliche Leichenbestattung gewesen zu sein. Ueber die tragischen Umstände bei der Auflösung dieser Genossenschaft berichtet die erste, bereits 1788 in einer verlassenen römischen Grube am Berge Letty nahe bei Vöröspatak gefundene, aber erst 1840 von Professor Hans Ferd. Massmann entzifferte Cerattafel, die sich jetzt im Ungarischen National-Museum zu Budapest befindet (Abb. 337 u. 338). Die für Briefe, Rechnungen, Testamente etc. allgemein bei den Römern üblichen Tafeln, aus Fichtenholz hergestellt und auf den Schreibflächen mit Wachs überzogen, sind an den Rahmen zu dreien in Buchform (zu einem Triptychon) vereinigt, wodurch 4 geschützte Schreibseiten entstehen. Diese sind von der hinteren

*) Vgl. *Archiv des Vereines für siebenbürgische Landeskunde*, N. F. 12, S. 121. Ein Pachtvertrag findet sich ebenda S. 156 u. 157.

beginnend beschrieben, und zwar enthalten sie den Text der Urkunde zweimal: einmal auf Seite 4 beginnend und auf Seite 3 endend (diese beiden Seiten sind hier wiedergegeben); dann ist eine kleinere Abtheilung auf Seite 2, links von einer Griffelrinne, mit den Namen von 7 Betheiligten (Klägern oder Zeugen) beschrieben; auf dem übrigen Raum auf Seite 2 und auf Seite 1 wiederholt sich der Text. In den Schriftzeichen lernte Massmann eine bei den Römern auf Wachs gebräuchlich gewesene Cursivschrift kennen. Er macht überdies mit Recht auf das etwas barbarische Latein aufmerksam.

Der Text ist nach der Enträthselung von Massmann folgender:

Seite 4 (Abb. 337).

„Descriptum et recognitum factum ex libello qui propositus erat Alb. majori ad stationem Resculi in quo scriptum erat id, quod i(nfra) s(criptum) est.

Artemidorus Apollonii (filius), magister Collegii Jovis Cerneni, et Valerius Niconis(f.) et Offas Menofili, quaestores Collegii ejusdem — posito hoc libello — publice testantur ex Collegio s(upra) s(cripto), ubi erant hom(ines) LIIII, ex eis non plus rema(n)sisse (ad) Alb. quam quod h(omines) X (II?); Julium Julii (f.) quoque commagistrum suum ex die magisterii sui non accessisse ad Alburnum, neque in Collegio; seque eis qui praesentes fuerunt, rationem reddidisse; et si quid eorum (h)abuerat, reddidisset sive funeribus;

Seite 3 (Abb. 338).

et cautionem suam, in qua eis caverat, recepisset; modoque autem neque funeraticiis sufficerent neque loculum (h)aberet, neque quisquam tam magno tempore diebus, quibus legi continetur, convenire voluerint aut conferre funeraticia sive munera;

seque idcirco per hunc libellum publice testantur, ut si quis defunctus fuerit, ne putet se Collegium (h)abere aut ab eis aliquem petitionem funeris (h)abiturum.

Propositus Alb(.) majori V. (ante) Idus Febr(uarias).

Imp. L. AVR. VER. III. et QVADRATO CS.

Actum Alb(.) majori.“

Es handelt sich also um einen gerichtlichen Act, wobei der Vorsteher (Magister) und die Cassirer (Quaestores) Zeugniss ablegen, dass von den 54 Mitgliedern, aus denen die Genossenschaft ursprünglich bestanden habe, nur noch 10 (oder 12) übrig geblieben seien. „Auch ihr Vicevorsteher Julius Julii sei am Tage seines Amtes weder nach Alburnus noch ins Collegium gekommen und habe auch den Anwesenden nicht Rechenschaft abgelegt, noch habe er Denen, von welchen er Etwas gehabt, es zurückgegeben oder zur Bestattung verwandt; aber seine Bürgschaft, durch die er ihnen Sicherheit geleistet hätte, habe er zurückgenommen. Da nun die Bestattungsgelder der Genossenschaft nicht hinreichten, sie auch keine Bahre hätte, auch Keiner in so schwerer Zeit an den gesetzlich festgesetzten Tagen sich habe zeigen, noch die Bestattungskosten oder Todtenopfer habe leisten wollen: so erklärten sie dies Alles behufs Veröffentlichung zu Protocoll, damit, wenn Einer gestorben sein sollte, er nicht glaube (!) einer Genossenschaft anzugehören oder an sie Anspruch auf Beerdigung zu haben.“

Der Act wurde aufgenommen am 9. Februar, als der Imperator Lucius Aurelius Verus (der Bruder des Kaisers Marc Aurel) zum dritten Male mit Quadratus zusammen Consul war, d. i. im Jahre 167 n. Chr. Dieses Jahr fällt in den Beginn des Marcomannen-Krieges. Bald darauf wurde die Urkunde mit anderen verborgen und später vergessen. Hierfür sprechen auch ein anderer, im St. Katharinen-Stollen im Berge Letty gemachter Fund von einer Menge Hausgeräth, worunter sich 10 römische Amphoren, Fässer (?) und Getreidemaasse befanden; auch die Erwähnung eines langen Haarzopfes darf dabei nicht unterlassen werden. Alle diese Dinge sind jetzt im National-Museum zu Budapest.

Unter den übrigen Wachstafeln befinden sich vier Kaufverträge, zehn Schuldscheine, drei Gesellschafts-, drei Mieths- bezw. Pachtverträge und ein Depositenschein. Ein näheres Eingehen auf Einzelheiten würde nicht ermöglichen, im Rahmen dieses Aufsatzes allgemeine Gesichtspunkte in Betreff der römischen Bergwerksverwaltung zu entwickeln; wohl aber ist dies hinsichtlich eines anderen, auf der Pyrenäischen Halbinsel gemachten Fundes der Fall.

Im südlichen Portugal, etwa halbwegs zwischen dem Guadiana und der westlichen Meeresküste, sind inmitten eines alten Minenbezirkes neuerdings einige Bergwerke wieder in Betrieb gesetzt worden, ungefähr in der Gegend, wo jetzt auf einer verlassenen Hochebene das kleine Castell Aljustrel liegt. In einem der Bergwerke wurde eine grosse Erztafel entdeckt von etwa 73 cm Höhe und 53 cm Breite, welche in sechzig langen Zeilen eine höchst interessante Urkunde, nämlich den Text wichtiger Theile eines römischen Bergwerksgesetzes, enthält. Die Verstümmelung der Tafel durch einseitiges Abhauen eines Streifens hat wenig geschadet, denn auf der Rückseite steht ungefähr derselbe Text, der wegen verschiedener Irrthümer des Graveurs verworfen worden war.

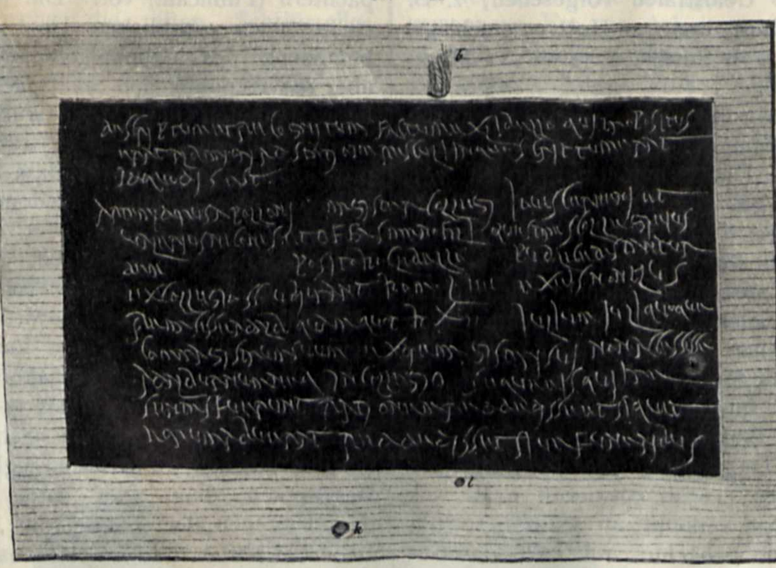
Es handelt sich um gesetzliche Vorschriften für die Verwaltung des Bergwerks von Vipasca (Metallum Vipascense); die ganze Fassung macht es aber wahrscheinlich, dass es sich um die Anwendung eines allgemein gefassten Gesetzes auf einen Specialfall handelt.

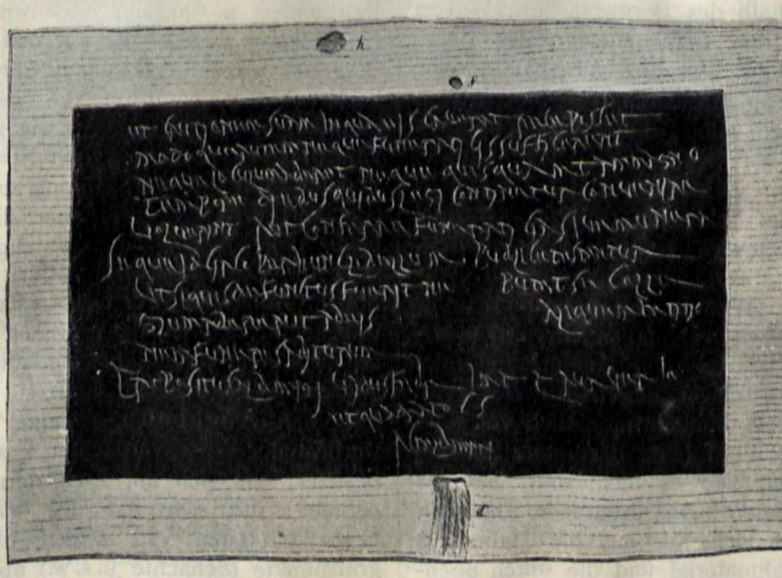
Man setzt die Zeit der Abfassung an das Ende des ersten Jahrhunderts n. Chr., die Zeit

der grossen organisatorischen Epoche der Kaiserherrschaft (Emil Hübner, *Römische Herrschaft in Westeuropa*, Berlin 1890).

Durch die genannte Urkunde erhalten wir einen ganz neuen Einblick in die Einrichtung und Verwaltung der Bergwerksbezirke und über die Stellung der kaiserlichen Procuratoren. Damit die Bergwerke die grösstmöglichen Erträge abwerfen konnten, war das Wohlergehen der Arbeiterbevölkerung ein Gegenstand der Fürsorge, und das war um so nothwendiger, als die dörflichen Gemeinwesen derselben häufig in der Einöde lagen. Es ist bekannt, dass im Alterthume viele private und öffentliche Unternehmungen, wie Erheben von Zöllen und Steuern, industrielle Fabrikationszweige u. s. w., sich in den Händen von Kaufmannsgesellschaften befanden, die etwa mit unseren Commandit-Gesellschaften zu vergleichen sein möchten. An solche verpachtete auch der Staat die Bewirthschaftung der Bergwerke, dergestalt, dass sie auf der einen Seite verpflichtet wurden, für Alles zu sorgen: für die Verwerthung der Bergwerksproducte sowohl wie für die Bedürfnisse der Bergarbeiter; auf der anderen Seite wurde ihnen ein bestimmtes Entgelt bezw. ein angemessener Gewinn für jede einzelne Leistung gewährt. Zu Gunsten der Lieferanten war also ein vollständiges Monopol geschaffen, mit dem Ziele, einerseits die Uebervortheilung der Consumenten hintanzuhalten, andererseits jede fremde Concurrenz auszuschliessen. Der Gesellschaft stand es zu, die einzelnen Leistungen an Unterpächter zu vergeben.

Abb. 337 u. 338.





Zwei Seiten einer römischen Wachstafel.

Es folgen nun in den einzelnen Abschnitten des Gesetzes genaue Bestimmungen über die Auctionen jeder Art von Eigenthum, welche im römischen Geschäftsleben einen so hervorragenden Platz einnehmen, über das Ausruferwesen, die Badeanstalt, die Barbierstuben, den Vertrieb von Schuhwaaren und Lederzeug, von Kleidern (Walkerwerkstätten) u. s. w.

Für die Veräusserung durch Auctionen hat der Verkäufer 1 Procent des Werthes zu zahlen, ebenso viel im allgemeinen für Verkäufe durch den Ausrufer, bei Summen unter 100 Denar (etwa 87 Mark) aber 2 Procent. Für lebende Verkaufsobjecte: Sklaven, Maulthiere etc., ist ein Kopfgeld festgesetzt. Als Ausnahme gilt und der Pächter hat nichts zu verlangen, wenn der Procurator selbst Schächte für den Fiscus *(nomine fisci)* verkauft oder sonst Etwas für den Fiscus verkauft oder vermiethet.

Bei Nichtinnehaltung der Zahlungsfrist verdoppeln sich die Beträge, und bei Geschäften jeder Art steht dem Pächter, seinem Socius oder Geschäftsführer gegebenen Falles das Pfändungsrecht zu. Bei Ueberführung unerlaubter Concurrenz sind Strafen nebst Confiscation des Handwerkszeuges etc. festgesetzt. Für gewisse Delicte sind für den Pächter selbst schwere an den Fiscus zu zahlende Geldstrafen vorgesehen, z. B. hat der Badepächter, wenn er Holz unterschlägt, für jede Fuhre 100 Sesterzen (etwa 22 Mark) Strafe zu zahlen.

Bemerkenswerth ist das Gesetz über die Lehrer, welches nur die wenigen inhaltschweren Worte enthält: „Die Schulmeister sollen von allen Leistungen an den Procurator der Bergwerke befreit sein.“ Es geht hieraus hervor, dass, wenn auch der Bergwerksbezirk in den Formen einer römischen Gemeinde eingerichtet war, doch keine Selbstverwaltung vorhanden war, denn an Stelle eines selbstgewählten Gemeinderathes fungirte der kaiserliche Procurator.

Am meisten Interesse bieten die Bestimmungen für den Bergwerksbetrieb selbst, deren Bedeutung und Tragweite in der *Zeitschrift für Bergrecht* 19. Jahrg. (1878) entwickelt wird.

Der Procurator verkauft an Private sowohl bereits vorhandene Schächte, wie auch die Gerechtsame, solche anzulegen (Muthungen). Wer eine Stelle innerhalb des Bergwerksbezirkes von Vipasca gemäss den Bestimmungen des Bergwerksgesetzes belegt, hat dies innerhalb zweier Tage der Unternehmergesellschaft — der zufolge ihrer Pachtverträge alle Abgaben zustehen — anzuzeigen.

Der Procurator giebt ebenso die Erlaubniss, dass Roherze oder Schlacken (*scauriae = scoriae*) nach Maass oder Gewicht verkauft, verschmolzen, zu Gute gemacht, zerkleinert, geschieden, verwaschen werden. Wer in den Erzgruben (oder Steinbrüchen) „Arbeiten irgend welcher Art unternimmt, hat die Sklaven oder Lohnarbeiter, die er zu dem Zwecke schickt, innerhalb dreier Tage anzugeben und dem Pächter monatlich vor dem Letzten für jeden Kopf (eine bestimmte Anzahl) Denare zu zahlen; wer es nicht thut, hat das Doppelte zu zahlen“. Die eventuelle Pfändung des Pächters hat sich nur auf die Habe des Schuldners an Rohmaterial und die durch obenerwähnte Arbeiten ausgebrachten Producte zu erstrecken; ausgenommen aber sind die dabei beschäftigt gewesenen Sklaven oder Freigelassenen des Unternehmers.

Eine weitere Bestimmung, dahin lautend, dass, wer anderswoher Roherz in das Gebiet des Vipascaer Bergwerks einführt, für je 100 Pfund (32,74 kg) dem Pächter einen Denar (etwa 87 Pfg.) zu zahlen hat, legt den Gedanken nahe, zu Vipasca seien Anlagen vorhanden gewesen, auf denen die aufgezählten Aufbereitungs- und hüttenmännischen Operationen vorgenommen werden konnten.

Die Entwickelung in der Handhabung des staatlichen Bergwerksbetriebes verlief nun, kurz gefasst, folgendermaassen. In der republikanischen Zeit Roms nahmen die Censoren die Verpachtung der Bergwerke, wie aller Einnahmen des Staates, an Genossenschaften von Staatspächtern (Publicani) vor. Die Einnahme daraus stellte einen erheblichen Theil aus der Bodenbenutzung des Grundeigenthums dar. Indem aber die Republik den Staatspächtern freie Hand liess, beuteten diese die Gruben rücksichtslos durch Raubbau aus, und es traten allmählich so grosse Missstände hervor, dass manche Gruben, z. B. die der Provinz Macedonien, still gestellt werden mussten.

Später, in der Kaiserzeit, ging deshalb die Entwickelung dahin, die Aufsicht zu verschärfen und die Erträge der Bewirthschaftung dem kaiserlichen Fiscus oder der kaiserlichen Privatschatulle zuzuführen: Verhältnisse, wie sie in Russland — *mutatis mutandis* — theilweise noch bestehen. Hierzu fand sich reichlich Gelegenheit bei den mit neuen Provinzen zugleich erworbenen Bergwerken; dann aber hatte im allgemeinen das Bestreben der Kaiser, die „metalla“ einzuziehen, worüber unter Tiberius ein Gesetz erlassen wurde, raschen Erfolg, so dass im zweiten Jahrhundert n. Chr. nur noch wenige im Besitze von Privaten waren. Es war nun längst bekannt, dass mit dieser verschärften Controle durch die kaiserlichen Procuratoren die Verpachtung nicht aufgehoben war, sondern, wie in anderen Provinzen, auch in Dacien und Spanien durch die Procuratoren eine Verpachtung an „Conductores“ (Pächter) erfolgte. Wie aber die Competenzen nach dem neuen Regime abgegrenzt waren, was die Conductores eigentlich pachteten, war bis zur Auffindung der Gesetzestafel von Vipasca unbekannt. Durch diese wissen wir jetzt, dass die Pächter mit dem eigentlichen Bergbaue gar nichts zu schaffen hatten. An sie wurden nur die Abgaben — eine Art von Gewerbesteuer — verpachtet, welche Grubenbesitzer, die sich mit Erzfördern, sowie Unternehmer, die sich mit der Verarbeitung des Erzes befassten, zu zahlen hatten; die Angriffspunkte (Schächte u. s. w.) aber wurden vom kaiserlichen Procurator angewiesen und nicht verpachtet, sondern verkauft, wodurch er gegen Raubbau geschützt war und eine beständige Controle über die sachgemässe Entwickelung der Bergwerke behielt.

Von den mannigfaltigen Fundstücken aus den alten Gruben Siebenbürgens, welche uns gestatten, auf die Arbeitsmethode der Römer Rückschlüsse zu machen, will ich nur das Wichtigste mittheilen.

Aus den siebenbürgischen Goldwäschen ist

ein vollständig erhaltenes Exemplar eines antiken Sichertroges ins Bruckenthalsche Museum zu Hermannstadt gelangt: eine starke thönerne Schüssel mit guter Ausgussvorrichtung, die bemerkenswertherweise innen am Boden und bis zu einer gewissen Höhe der Seitenwände mit eingebrannten Quarzkörnchen gespickt ist, was zweifellos ihre Brauchbarkeit, grosse Massen energisch zu verwaschen, erhöht hat.

Geräthe, welche die alten Schriftsteller (Plinius, Diodor, Strabon) als zur groben und feinen Zerkleinerung der Erzes dienend erwähnen, steinerne Mörser und Steine von Handmühlen (vgl. *Prometheus* II. Jahrg., Nr. 84, Abb. 285) sind vielfach gefunden worden, dazu — theilweise in den Gruben — zahlreiche Keilhauen, Bergkratzen, Schlägel, Säubertröge, Bergeisen, Breitkeile, Grubenlampen. Manches davon ist von entschieden römischem Gepräge; bei anderen Werkzeugen, besonders bei den aus Stein angefertigten, muss es zweifelhaft bleiben, weil in Siebenbürgen auch im Mittelalter Goldbergbau getrieben worden ist und zwar mit denselben Hilfsmitteln, welche die Alten zur Durchbrechung des Gesteins anwandten, nämlich der Arbeit mit Schlägel und Eisen unter Zuhilfenahme des Feuersetzens.

Abb. 339.

Theile alter Schöpfräder,
gefunden im Alten Mann des Michaeliganges in der Sohle des ersten Mittellaufes unter dem Anna-Stollen in Ruda, Januar 1892.

Höchst charakteristisch sind die auf diese Weise von den Römern hergestellten Stollenmundlöcher, welche, im festen Gestein stehend, eiförmigen Querschnitt und glatte Wände haben (vgl. *Prometheus* II. Jahrg., Nr. 84, Abb. 284), nicht weniger charakteristisch aber die ins Innere der Berge führenden, bis 2 m hohen Gänge, die sich oft mit breiten, mehr oder weniger bequemen, drei bis zwölf Zoll hohen Stufen abwärts senken. Derartige Treppengänge konnte ich auch mehrfach in Spanien beobachten. In Siebenbürgen sind sie sehr häufig anzutreffen. Ein besonders schöner befindet sich unter der Csetate mike bei Vöröspatak, der, zum Wendelgang ausgestaltet, in die Tiefe des Berges Kirnyik führt. Derselbe dient noch heutigen Tages, wie wahrscheinlich auch in alter Zeit, zum Ausfördern der Erze auf Lastthieren.

Der Berg Kirnyik liefert noch gegenwärtig, obgleich er viele Jahrhunderte lang nach Gold durchwühlt worden ist, Jahr aus Jahr ein 500 bis 1000 Pfund Gold (E. Albert Bielz, *Siebenbürgen*, Wien 1885) und ist besetzt mit zahlreichen Gruben kleiner, meist walachischer Besitzer, deren jedem einzelnen ein gewisses Cubikmaass im Berginnern verliehen ist, während sonst alle Bergwerksverleihungen nach Flächenmaassen auf der Oberfläche erfolgen. Von da wird das gewonnene Erz von Arbeitern oder Saumthieren zu den primitiven Pochwerken im Thale (vgl. *Prometheus* II. Jahrg., Nr. 87, Abb. 313) befördert, deren auf eine Strecke von 12 km bis zum Aranyos 490 mit 5000 (?) Pochstempeln vorhanden sind.

Besonders lehrreich sind die Funde, welche sich auf Wasserhaltungsmaschinen der Römer in den Gruben beziehen. Zuerst wurde ein Schöpfrad in denselben Gruben bei Vöröspatak entdeckt, aus welchen die Cerattafeln zu Tage gekommen sind; später fand man die Reste von mehreren anderen Schöpfrädern in der Grube der Rudaer Zwölf Apostel-Gewerkschaft bei Brád unter sehr bemerkenswerthen Umständen. Der tiefste Römer - Erbstollen — jetzt den Namen „Anna-Stollen“ führend — war 136 m über dem Wasserspiegel der Körös angesetzt. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde der noch gegenwärtig in Betrieb befindliche „Victor-Erbstollen“ 81 m unter dem Anna-Stollen getrieben. Zur nicht geringen Ueberraschung entdeckte man Anfangs der neunziger Jahre, dass in dieser Tiefe die edelsten Gänge bereits von den Römern abgebaut worden waren, und damit nicht genug, waren sie noch 40 m unter den jetzigen Victor-Erbstollen gegangen, also 121 m unter ihren tiefsten Stollen. Die Art und Weise, wie dies möglich gemacht war, konnte mir damals, als ich an Ort und Stelle vorsprach, nur unvollkommen gezeigt werden; jetzt, wo Alles klargestellt ist, war der Generaldirector der Gewerkschaft, Herr Menking, so freundlich, mir briefliche Mittheilungen über die weiteren Entdeckungen zu machen.

Vom Anna-Stollen führt eine Treppe, nach Römer-Art in das Gebirgsgestein gehauen, mit einer Neigung von 20—30° auf 92 Stufen zunächst bis zu einer senkrechten Tiefe von

Abb. 340.

Karte des Nillaufs zur Darstellung der Lage der Stauwerke bei Assuân und Assiût.

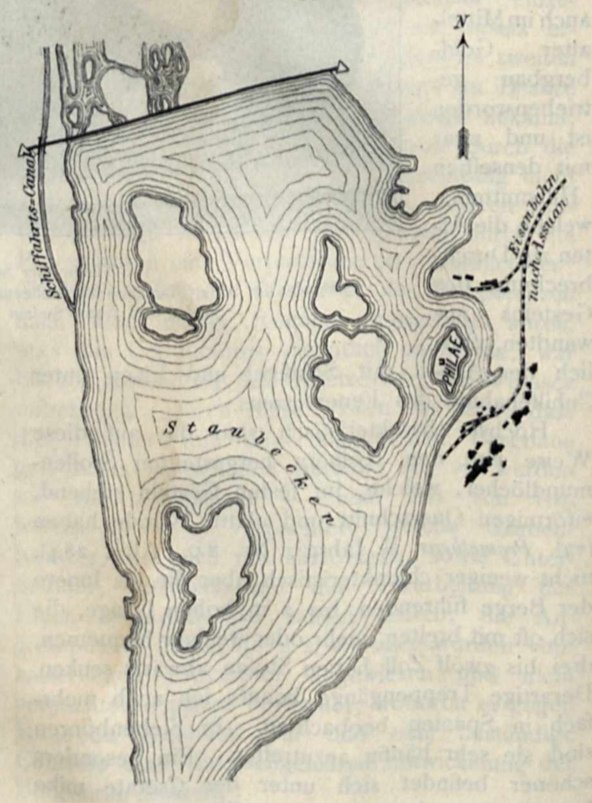
30 m abwärts. Die Gänge sind nicht durchaus verhauen worden, sondern man hat sich an die Adelszonen gehalten und die edleren Partien, welche offenbar an manchen Stellen in das

Abb. 341.



Das Staubecken bei Assuân vor der Errichtung des Dammes.

Abb. 342.

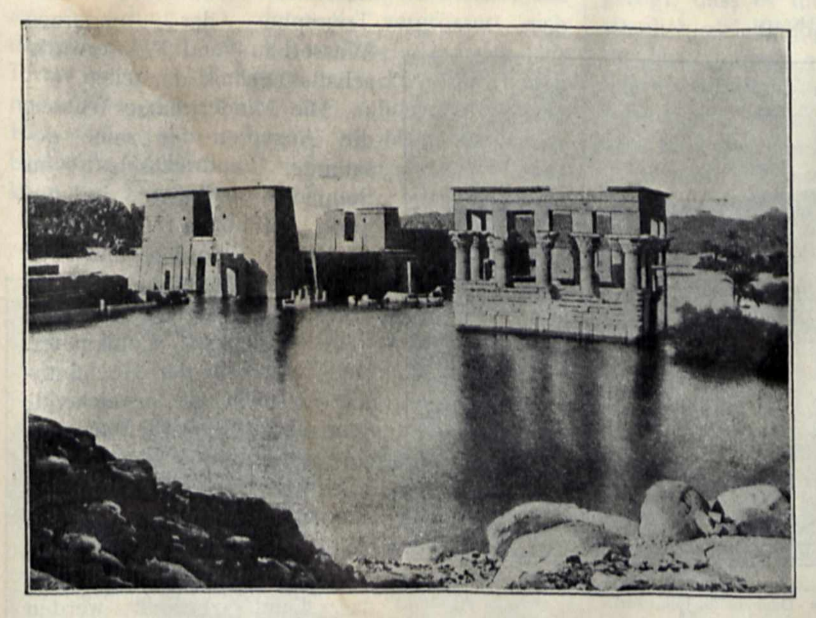


Das Staubecken bei Assuân mit dem Damm.

Nebengestein der Gänge übergegriffen haben, in mehr oder weniger grosser Mächtigkeit abgebaut. So sind trichterförmige Oeffnungen und Ausbuchtungen von drei und mehr Metern Weite entstanden. Diese wurden zur weiteren Sicherung der Baue, die in erster Linie durch die stehen gebliebenen ärmeren Gangpartien gewährleistet war, kunstgerecht versetzt. Man hat sehr häufig gut erhaltene Treppen gefunden, die, in das Nebengestein gehauen, die verschiedenen Abbaue mit einander in Verbindung setzten. Im Niveau des Victor-Erbstollens wurde sogar eine regelrechte Wendeltreppe gleicher Art gefunden. Auf derselben Sohle stiess man auch auf die einzelnen Theile der früher dort im Betrieb gewesenen Schöpfräder, welche die Abbildung 339 darstellt.

Die Kühnheit, mit — im Vergleich zu den jetzt verfügbaren — so primitiven Hilfsmitteln solche Baue auszuführen, ist wahrhaft staunenswerth, und die Erfahrungen der Rudaer Gewerkschaft mögen ein Memento für Diejenigen sein, welche Goldbergwerke wieder aufnehmen wollen, in denen die Römer ein Jahrhundert oder länger gehaust haben.

Abb. 343.



Die alten Tempelbauten im Staubecken (Tempel der Isis und Pharaos Bett), von Süden gesehen.

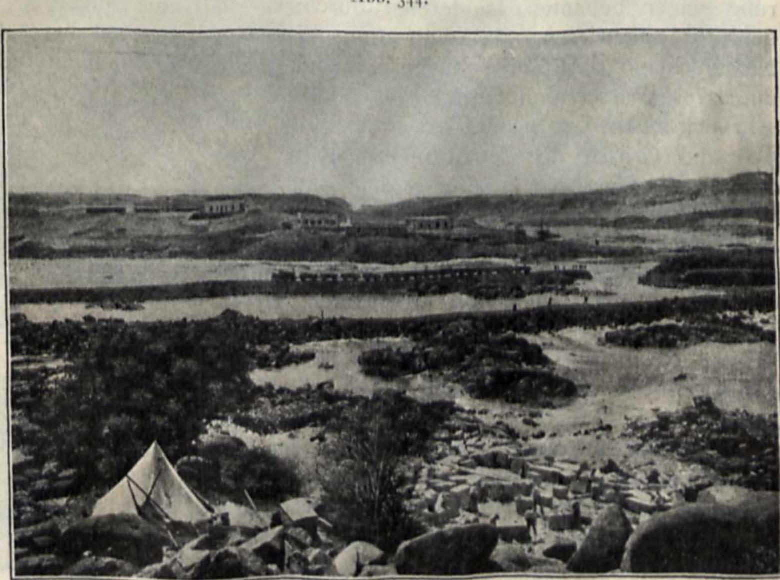
In einem späteren Aufsatze soll die Ausscheidung des Goldes aus den so mühsam gewonnenen Erzen besprochen werden, womit die Alten hüttenmännisch kein kleineres Problem gelöst haben, als mit der Erzgewinnung bergmännisch. [8687]

Die Nil-Stauwerke bei Assuân und Assiût.

Mit dreizehn Abbildungen.

Die Wasserwirthschaft ist in gewissem Sinne ein Gradmesser für die Cultur eines Volkes. Denn sie setzt nicht nur ein verhältnissmässig grosses technisches Können voraus, sondern bedarf auch der gemeinsamen, der organisirten Arbeit. Eben darum ist sie im Vergleich zur Landwirthschaft, mit der sie in engster Beziehung steht, bislang in ihrer Entwickelung zurückgeblieben und beginnt erst jetzt sich zu entfalten. Bis tief in das neunzehnte Jahrhundert hinein blieb sie auf die kleinwirthschaftliche Form beschränkt; nur die Benutzung des Wassers als Verkehrsweg und die Sicherheitsbauten machten darin eine Ausnahme, denn für diese Zwecke hatte auch schon das Alterthum grosse Wasserbauten in Form von Canälen und Deichen geschaffen. Aber für die weiteren wirthschaftlichen Zwecke, die Regelung des Ablaufes, die Bewässerung wasserbedürftiger Landflächen, die Entsumpfung und Trockenlegung, den Anbau von Wasserkräften, die Fischzucht, haben die Zeiten vor uns zwar einzelne grosse Anlagen geschaffen, aber eine systematische Bewirthschaftung der Wasser der Erde kann erst jetzt ins Auge gefasst werden, nachdem die Technik und die Organisation der Arbeit bis auf die heutige Höhe gebracht worden sind. Zweifellos wird das zwanzigste Jahrhundert gewaltige Wasserbauten entstehen sehen. Es wird die Gefälle der Kraftgewinnung erschliessen und die Wasserläufe durch Stauanlagen regeln, es wird die

Abb. 344.

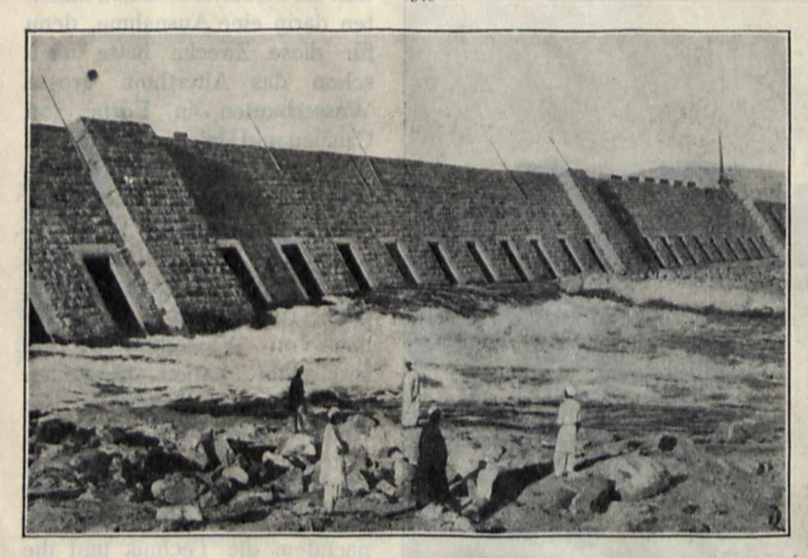


Die „Sudds“ bei Assuân, von Habb's Island gesehen.

afrikanischen Flüsse anbauen, es wird in China den Gelben Fluss in Banden legen, damit er nicht weiter die Anwohner bedrohen kann, und in dem Panamá-Canal wird es die grösste und

wichtigste Meeresverbindung eröffnen. Was das neunzehnte Jahrhundert für die Entwickelung der Landwirthschaft gethan hat, wird das neue Jahrhundert für die Wasserwirthschaft bringen,

Abb. 345.



Nordseite des Assuân-Dammes (6. Juli 1901).

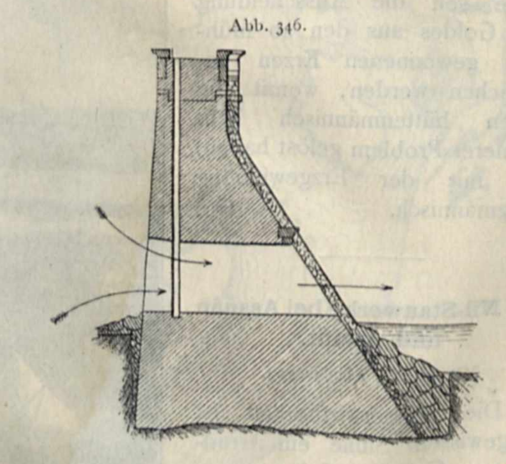
und so eröffnet sich der Menschheit wieder ein grosses Arbeitsgebiet. Mit einem schönen Werke hat das Jahrhundert diese Arbeit eingeleitet, mit den Stauanlagen des Niles bei Assuân und Assiût (Siût).

Wie bekannt, ist Aegypten für die Bewässerung seiner bebauten Ländereien durchaus auf den Nil angewiesen, da die atmosphärischen Niederschläge dort nur sehr gering sind. Die nutzbare Wasserzufuhr des Flusses ist aber sehr schwankend. Sie wächst im Winter weit über die Grösse des Bedürfnisses hinaus und sinkt für die Sommermonate unter den benöthigten Grad. Um nun eine dauernde Bewässerung des gesammten Anlandes zu erzielen, sieht man sich genöthigt, Wasserspeicher einzurichten, wozu der Nillauf zum Glück die Möglichkeit bietet. Die beiden grossen Binnenseen, aus denen der Weisse Nil hervorbricht, der Victoria-See und der Albert-See, gewähren mit ihren 70000 bezw. 4500 qkm die Möglichkeit, 12 Milliarden Cubikmeter Wasser aufzuspeichern, wofür nur eine geringe Stauung erforderlich werden wird. Der Tana-See am Blauen Nil, welcher derzeit 3000 qkm hat, lässt sich durch Stauwerke auf einen Behälter von 18000 qkm mit einer verfügbaren Wassermenge von 6 Milliarden Cubikmeter bringen. Diese Zukunftsanlagen werden dereinst das gesammte Nilthal unter ausreichender Bewässerung halten können. Natürlich wird es aber erforderlich werden, dass diese Hauptspeicher durch weiter abwärts gelegene Stauanlagen unterstützt werden, damit das Wasser auf der ganzen Länge des Flusses gleichmässig vertheilt werden kann, und solche Hilfsanlagen, die zur Zeit allerdings als Haupt-Stauwerke dienen, sind die Dämme bei Assuân und Assiût, die für sich schon riesenhafte Bauwerke, wahre Triumphe der modernen Wasserbau- und Wasserwirthschafts-Technik darstellen.

Die Mindestmasse Wasser, die Aegypten für seine gesammte Landwirthschaft im Sommer benöthigt, ist auf 3600 Millionen Cubikmeter veranschlagt worden, und zwar für Oberägypten 2100 Millionen Cubikmeter, für Unterägypten 1500 Millionen Cubikmeter. Der Zufluss in der Hochfluthzeit ist mehr als ausreichend; denn über die für die dauernde Aufrechterhaltung der Schifffahrt nöthige Wassermenge bleiben im Mittel 6 Milliarden Cubikmeter übrig, die aufgespeichert und allmählich über das Land vertheilt werden können.

Es handelte sich nun darum, wie und wo die Stauanlagen herzustellen seien, und nach sehr genauen Untersuchungen entschied man sich für das Project von W. Willcocks, das für Oberägypten eine Stauanlage beim ersten Katarakt (1000 km von Káiro) und für Unterägypten eine solche bei Assiût (400 km von Káiro) vorgesehen hat. Unser Kärtchen (Abb. 340) veranschaulicht die Lage der Stauwerke.

Abb. 346.

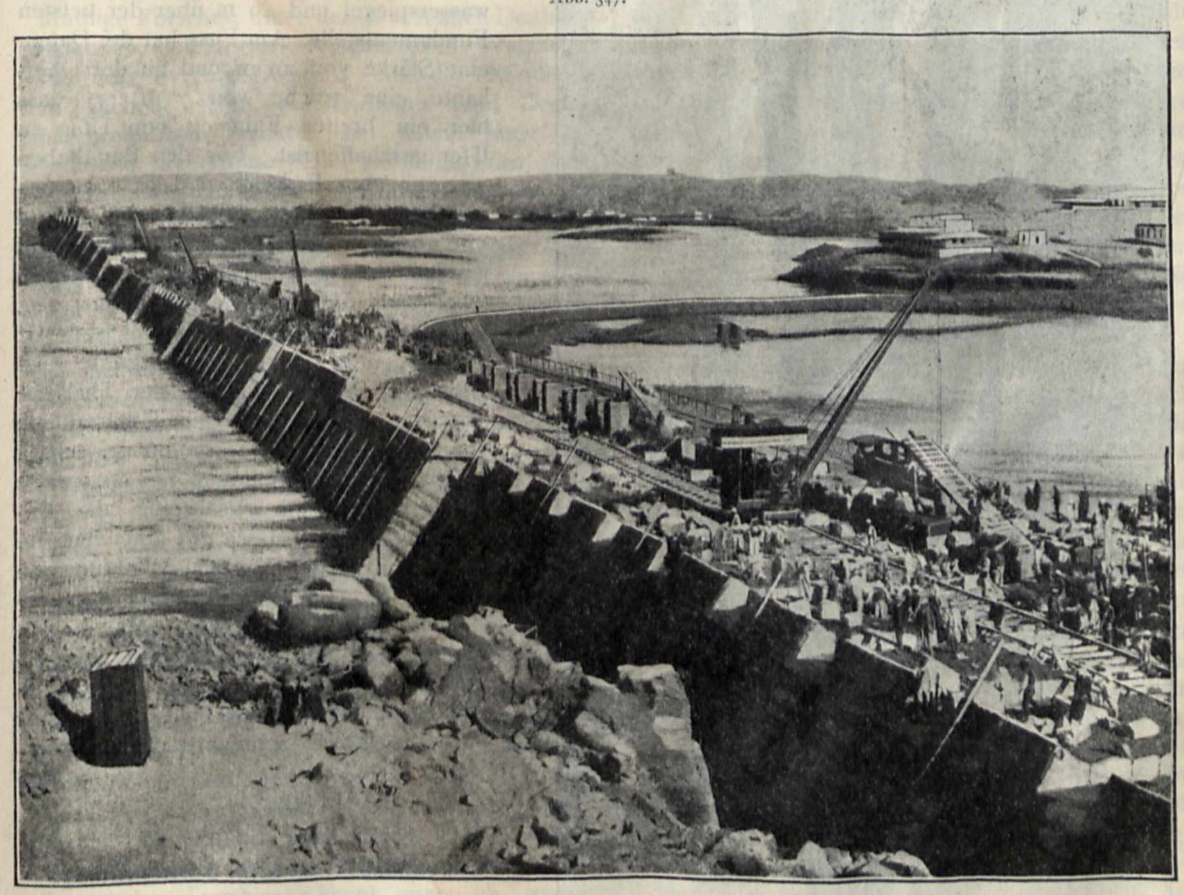


Querschnitt des Assuân-Dammes (mit Schleusenöffnung).

Die Gestaltung des Wasserlaufes, den der Assuân-Damm durchquert, ist aus Abbildung 341 ersichtlich. Der Damm hatte, wie man erkennt, nicht nur einfach die Flussläufe abzusperren, sondern musste, wie Abbildung 342 veranschaulicht,

bis an die Erhebungen zu beiden Seiten des Ufers geführt werden, um das vorhandene Becken vollständig abzuschliessen. Es musste ihm deshalb die ansehnliche Länge von 2000 m gegeben werden. Die vorher wasserbedeckte Fläche, wie sie Abbildung 341 darstellt, vergrössert sich demzufolge auf ein Seebecken, das sich bis Ibrim auf 230 km Länge erstreckt. Hätte man nun diesen Damm auf die anfangs projectirte Höhe von 30 m gebracht, so hätte das Staubecken 2 Milliarden Cubikmeter Wasser fassen können. Hiergegen erhob sich aber der Einblick an Reiz gewonnen haben (Abb. 343). Bei Hochwasser übersteigt allerdings der Wasserspiegel einen Theil der alten Tempel um mehrere Meter, und so hat man denn nicht mit Unrecht gesagt, dass es für die Alterthumsforscher doch ziemlich gleichgültig sein kann, ob die Bauten in der Hochfluthzeit 3 oder 8 bis 9 m unter Wasser liegen, während es für die ägyptische Landwirthschaft einen Capitalzuwachs von nahezu 200 Millionen Mark bedeutet, wenn die Milliarde Cubikmeter Wasser mehr aufgespeichert und entsprechend mehr Land bewässert werden kann,

Abb. 347.



Blick auf den Assuân-Damm von Westen nach Osten (6. December 1901).

spruch der Arächologen. In dem Staubecken liegen nämlich der alte berühmte Tempel von Philae und andere Bauten aus der Pharaonenzeit, die bei dem projectirten Niveau für einen grossen Theil des Jahres vom Wasser ganz bedeckt worden wären. Die Technik musste den Alterthumsfreunden nachgeben und die Höhe des Dammes wurde um 6 m herabgesetzt, allerdings hiermit auch die Staumenge um 1000 Millionen Cubikmeter, d. h. auf die Hälfte der nach dem ersten Projecte verfügbaren Staumenge, verringert. Der Wasserspiegel erreicht bei Niedrigwasser gerade den Fuss der Gebäude, die durch die Umgebung mit Wasser vielleicht in ihrem Anein Gewinn, der nur 7 Millionen Mark Mehrkosten erfordern würde.

Der Bau des Dammes wurde 1898 begonnen und 1902 zu Ende geführt. Ein günstiger Umstand förderte das Werk: der Nil zeigte nämlich die ganze Bauzeit hindurch nur niedrige Schwellen.

Die Herstellung erfolgte derart, dass eine Baustrecke zunächst mit Dämmen abgesperrt wurde, so dass eine wasserdichte Baugrube („Sudd“, Abb. 344) entstand. Durch Pumpen wurden die „Sudds“ trockengelegt und nun das Fundament in Granit und Cementmörtel gelegt. Nach vollendeter Aufmauerung wurden die

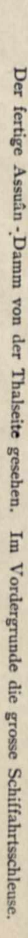


Abb. 348.

Der fertige Assuân-Damm von der Thalseite gesehen. Im Vordergrunde die grosse Schiffahrtsschleuse.

Schutzdämme fortgenommen und für die neuen Strecken „Sudds“ gebaut.

Zur Sicherung der Tempel auf Philae sind die alten Bauwerke neu und sicher fundamentirt worden.

Die gesammten Baukosten haben 2 400 000 £ = rund 48 Millionen Mark betragen.

Um einen Begriff davon zu geben, wie gewaltig das Bauwerk ist, wollen wir hier zunächst kurz einige Zahlen anführen. Die Länge des Dammes ist 2000 m; seine Oberkante liegt 25 m über dem Unterwasserspiegel und 40 m über der tiefsten Fundamentstelle. Am Fuss hat der Damm eine Stärke von 29 m und an der Oberkante eine solche von 7 m, so dass hier ein breiter Fahrweg von Ufer zu Ufer geschaffen ist. Für den Bau haben 775 000 cbm Erdreich und Fels herausgehoben werden müssen und rund 500 000 cbm Mauerwerk sind hergestellt worden. Der grösste Unterschied zwischen Ober- und Unterwasserspiegel beträgt 20 m.

Die Construction des Dammes ist derart gewählt, dass er an der Bergseite eine senkrechte Wand hat, an der Thalseite dagegen, entsprechend dem Unterschiede von 7 m oben und 29 m unten, schräg abfällt. Unsere Abbildung 345 lässt diese Abschrägung und gleichzeitig die Anordnung der Durchlässe gut erkennen. Im Querschnitt ist der Damm in Abbildung 346 dargestellt. Abbildung 347 giebt eine Darstellung der Bauarbeiten, während Abbildung 348 ein Gesammtbild des gewaltigen Dammes kurz vor seiner Vollendung bietet und uns im Vordergrunde auch die grosse Schiffahrtsschleuse zeigt.

(Schluss folgt.)

Transcontinentale Verkehrswege in Afrika.

Von P. FRIEDRICH.

Die Erforschung und Besitzergreifung Afrikas durch die europäischen Grossmächte bildet ein eigenartiges Capitel in der Geschichte der Menschheit. In Sichtweite von Europa gelegen und in seinem nordöstlichen Theile der Sitz eines der ältesten Culturvölker der Welt, blieb doch Afrika bis in die Mitte des verflossenen Jahrhunderts seitens der europäischen Mächte fast ganz unbeachtet. Als vom 13. Jahrhundert ab die Portugiesen und Spanier ihre grossen Entdeckungsfahrten machten, da wurden zwar die Küsten Afrikas häufig besucht, doch Niemand

drang in das Innere ein. Nur als Erdtheil, der Sklaven für die neu entdeckten Länder lieferte, hatte Afrika Werth. Die wenigen europäischen Niederlassungen beschränkten sich auf schmale Küstenstriche. Dichter Urwald, der fast überall bis hart an die Küste reichte, ungesundes Klima, sowie der Mangel an werthvollen Mineralien waren die Hauptgründe, die die Verzögerung in der Erforschung Afrikas verursachten. Galten doch sogar die französischen Besitzungen in Nordafrika und die englischen in Südafrika für wirthschaftlich werthlos. Hierin trat im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts plötzlich ein Wandel ein. Muthige Forscher, unter denen sich auch Deutsche befanden, waren auf verschiedenen Wegen in das Innere eingedrungen, um die Nilquellen zu suchen. Ihre Schilderungen und Reisebeschreibungen weckten mit einem Male das Interesse an Afrika. Die Eröffnung des Suês-Canals und die Gold- und Diamantenfunde in Südafrika erhöhten weiter den Werth des schwarzen Erdtheils in den Augen Europas. Der erste Schritt zur Auftheilung Afrikas war die im Jahre 1885 auf der Berliner Conferenz erfolgte Gründung des Congo-Freistaates. Nicht lange mehr währte es, und die europäischen Grossmächte vertheilten den noch ziemlich unerforschten Continent. Die Besitznahme legte freilich zugleich die Pflicht auf, die Gebiete zu erforschen, dem Handel zu erschliessen und geordnete Zustände zu schaffen. Zur Erreichung dieser Ziele ist die Anlage von guten und sicheren Verkehrswegen unerlässlich. Hieran mangelt es aber ganz besonders. Grosse Flüsse, die tief in das Innere reichen, wie der Nil, Congo, Sambêsi, sind zwar vorhanden, doch ist deren Schiffbarkeit durch Wasserfälle, Stromschnellen und Sandbänke sowie durch den stark schwankenden Wasserstand vielfach gehindert. Und was die grossen Karawanenstrassen anbetrifft, so sind dies lediglich Fusspfade von einer so geringen Breite, dass auf ihnen immer nur ein Mann gehen kann. Alle Lasten müssen durch Menschen auf dem Kopfe befördert werden. Zug- oder Lastthiere kennt man im ganzen äquatorialen Afrika nicht und wird sie auch in Zukunft nicht kennen lernen, denn die giftige Tsetsefliege hindert ihr Fortkommen. Die Versuche, das Zebra zu zähmen und als Zugthier zu verwenden, sind bisher erfolglos geblieben. Der Gütertransport ist daher sehr theuer und langwierig, so dass nur die werthvollsten Producte, wie Elfenbein u. dgl., eine Versendung auf weite Entfernungen lohnen. Ausserdem können solche Karawanen in Folge der zerstreuten Marschweise leicht überfallen und niedergemacht werden. Mit dem Bau von Strassen ist es wegen des Mangels an Zugthieren nicht gethan, hier können nur Eisenbahnen helfen. Ein reger Eifer hat sich bereits entfaltet, namentlich da grössere Terrainschwierigkeiten in Folge des Fehlens hoher Gebirge nicht vorhanden sind.

Ebenso wie bei der Auftheilung Afrikas jede Macht bestrebt war, einen Antheil an den werthvollen Seengebieten, also den Ländern am Victoria-, Albert-, Albert Edward-, Tanganyika- und Nyassa-See, zu erlangen, so sind auch jetzt die Ziele aller darauf gerichtet, von der Küste aus eine Eisenbahn dorthin zu legen. Englands Energie hat hierin bereits einen bedeutenden Vorsprung errungen. Während andere Nationen noch nicht viel über Vorbereitungen hinausgekommen sind, ist bereits am 20. December 1901 die Uganda-Bahn von Mombasa, der Hauptstadt Britisch-Ostafrikas, nach Port Florence an der Nordostküste des Victoria-Sees vollendet worden. Im Juli 1902 ist die Inbetriebnahme der ganzen Strecke erfolgt. Fünf Jahre erforderte der Bau dieser 915 km langen Eisenbahn, und 100 000 Mark betrugen die Durchschnittskosten für 1 km. Besondere Schwierigkeiten bot der steile Abfall sowohl zum Ocean wie zum Victoria-See von einem 1200 m hohen Hochlande. Durch die Bahn wird ein Verkehrsgebiet mit einer Bevölkerung von 4 Millionen Menschen erschlossen.

Englands zweiter grosser Plan, die Herstellung eines directen Verkehrsweges vom Cap nach Káiro, schreitet von Norden aus ebenfalls rüstig vorwärts. Als er vor kaum fünf Jahren zuerst auftauchte, hielt man ihn vielfach für unausführbar. Besonders hegte man starke Zweifel, ob es gelingen werde, durch den vom Mahdi beherrschten Sudân zu gelangen. Schnell wurden diese Befürchtungen zerstreut, denn in der Schlacht bei Omdurmân am 1. September 1898 wurde der Mahdi vom General Kitchener besiegt und damit seine Herrschaft vernichtet. Rasch ging England ans Werk, Chartûm, die Hauptstadt des Sudân, an das ägyptische Verkehrsnetz anzuschliessen und auch eine Verbindung nach Süden zum Seengebiet herzustellen. Zwischen Káiro und Wadi-Halfa am Nil bestand bereits vor dem Kriege eine regelmässige Verbindung. Die von Káiro kommende Eisenbahn endet bei Assuân am ersten Nil-Katarakt. Von da bis Wadi-Halfa ist der Nil schiffbar. Dampfer legen die Strecke von Schellal (Philae) bei Assuân bis Wadi-Halfa in 80 Stunden zurück. Da südlich von Wadi-Halfa der Nil wieder mehrfach durch Katarakte unterbrochen wird, so hat man bis Chartûm eine Eisenbahn bauen müssen. Diese führt von Wadi-Halfa quer durch die Wüste und erreicht bei Abû-Hamed wieder den Nil, dessen Ostufer sie weiter folgt. Sie gelangt nach Berber, einem einst blühenden Ort, der von den Derwischen zerstört wurde, kreuzt den Átbara und führt über Schendi nach Halfijeh, welches Chartûm gegenüber auf dem nördlichen Ufer des Blauen Nils liegt. Hier endet die Bahn; die kurze Strecke bis Chartûm wird in Booten zurück-

gelegt. Jeden Donnerstag verkehren Expresszüge zwischen Wadi-Halfa und Halfijeh, welche die 920 km lange Strecke in 32 Stunden zurücklegen. Mit grossen Schwierigkeiten ist die Versorgung der Züge mit Wasser beim Durchqueren der Nubischen Wüste verbunden. Jeder Zug muss das für die ganze, 370 km lange Strecke erforderliche Wasser in 5—6 Wasserwagen mitnehmen.

Eine zweite Bahn geht von Wadi-Halfa im Nilthale südlich nach Dóngala. Sie ist 327 km lang. Um eine directe Verbindung vom Sudân zum Rothen Meer zu gewinnen, baut man eine Eisenbahn von Berber nach Suâkin, von der von Suâkin aus bereits 60 km im Betrieb sind. Dienen auch alle diese Linien zunächst vorwiegend nur militärischen Zwecken, so werden sie doch auch einst für den Handel von grosser Bedeutung werden, namentlich wenn die wirthschaftlichen Verhältnisse im Sudân bessere geworden sind.

Auch Frankreich sucht vom Rothen Meer aus nach dem Nil vorzudringen. Von seiner Colonie Djibuti aus wird durch eine Privatgesellschaft eine Bahn nach Addis Abeba in Schoa (450 km) gebaut, von der ein grosser Theil bereits im Betrieb ist und deren völlige Fertigstellung in 3—4 Jahren erwartet wird. Von Addis Abeba soll dann eine Linie nördlich nach dem Sudân führen, um den Anschluss an die geplante englische Linie Matamma-Chartûm zu erhalten, während eine andere Linie das Hochland von Kaffa erschliessen soll.

Jenseits von Chartûm ist die Fortsetzung des Verkehrsweges nach Süden als Wasserstrasse geplant. Zur Fluthzeit ist der Nil schiffbar bis Ladó (1600 km); auf der Strecke Chartûm—Faschoda besteht dagegen das ganze Jahr Schiffahrtsverkehr. Erst nach Aufhören der Schiffbarkeit des Nils soll die Eisenbahn wieder einsetzen.

Stark beeinträchtigt wird die Benutzung des Nils als Wasserstrasse durch Schlammmassen, Sandbänke und Mangel an Brennholz. Häufig verändern noch dazu die Sandbänke ihren Platz. Man hofft, die Schlammmassen, „Sudd“ genannt, bald ganz zu beseitigen. Capitän Gage und Major Peake gelang es 1899, das Strombett des Nils vom Sudd bei Schambeh, der das grösste Hinderniss bildete, zu befreien.

Man plant bereits für die nächste Zeit die Einrichtung eines regelmässigen Dampferdienstes von Chartûm nach Ladó mit 20 Tagen Fahrzeit. Englische Kanonenboote haben wiederholt die Fahrt gemacht und sind sogar die Nebenflüsse des Nils, den Sobat und den Bahr el-Ghasâl, hinaufgefahren. Der aus dem südlichen Dâr-Fûr kommende Bahr el-Ghasâl, der gegen 600 km lang sein soll, ist angeblich 400 km schiffbar. Jenseits von Ladó wird die Schiffbarkeit des Nils bis zu seinem Austritt aus dem Albert-See wiederholt durch Stromschnellen und Wasserfälle unterbrochen und in Ladó wird daher die Eisenbahn einsetzen müssen. Bei Bedden und Kiri befinden sich Stromschnellen, bei Dufilé die bekannten Fola-Fälle. Auf der 220 km langen Strecke von Dufilé bis zum Albert-See fliesst der Nil als ein breiter, tiefer Strom mit geringem Gefälle. Von dem 160 km langen Albert-See erstreckt sich in fast gerader Richtung die mittelafrikanische Seenkette bis weit nach Süden zum Nyassa-See. Diese langgestreckten, schiffbaren Seen, welche gegenseitig etwa 100 km von einander entfernt sind, werden sich später vortrefflich in das Verkehrsnetz einreihen. Schon jetzt fahren auf einigen von ihnen Dampfer. Es ist noch unentschieden, welchen Weg die Bahn einhalten soll. Der erste Plan geht dahin, sie von Ladó ab nach Süden am westlichen Ufer des Victoria-Sees entlang durch Deutsch-Ostafrika über Tabóra nach Abercorn am Tanganyika-See zu führen. Neueren Nachrichten zufolge scheint es aber nicht ausgeschlossen, dass man sich für den Weg durch den Congostaat, also westlich von der Seen-Kette des Albert-, Albert Edward- und Kiwu-Sees, entschliessen wird. Eine nähere Erforschung des Geländes hat noch nicht stattgefunden. Lange wird dies indess nicht mehr dauern, denn von Süden aus ist man bereits bis zum Nordende des Tanganyika-Sees vorgedrungen und hat einen regelmässigen Verkehr dorthin eingerichtet.

An dem Ausbau der vom Cap ausgehenden Eisenbahnlinien nach Káiro zu war allerdings England durch den Krieg in Südafrika gehindert. In Buluwayo, also noch südlich des Sambêsi, enden die von Capstadt kommenden Linien. Jetzt, wo die Folgen des Krieges allmählich zu schwinden beginnen, ist aber der Plan wieder aufgenommen worden, die Bahn bis zum Tanganyika weiterzuführen. Die Strecke von Buluwayo über die Kohlenfelder von Wankie bis zu den Victoria-Fällen des Sambêsi ist bereits im Bau, während die Vorarbeiten für den anderen Theil der Linie jenseits des Sambêsi in Angriff genommen sind. Unternehmerin ist die Rhodesia Railways Company. Inzwischen ist es aber den Engländern geglückt, auf einem anderen Wege einen bequemen Zugang nach Mittelafrika zu erlangen. Chinde, an der Mündung des Sambêsi, ist jetzt der Haupthafen für den Verkehr mit Mittelafrika. Dieser Hafen gehört zwar zu Portugal, doch hat sich England eine Landconcession einräumen lassen, auf der die Güter zollfrei lagern. Bei Chinde ergiesst sich ein 32 km langer Mündungsarm des Sambêsi in den Indischen Ocean. Erst 1889 wurde diese Mündung entdeckt. Von Chinde fährt man den Sambêsi 240 km aufwärts bis zur Einmündung des Schire und geht dann diesen

Fluss aufwärts bis Katunga und Chikwawa nahe den Murchison-Fällen. Von da ab müssen die Lasten 100 km weit durch Träger nach Matope und Mpimbi am oberen Schire befördert werden, wo wieder schiffbares Gewässer ist. Der Weg dorthin führt über Blantyre im Schire-Hochland, das commercielle Centrum Britisch-Mittelafrikas. In Folge der hohen Lage (1150 m) ist dies ein auch für Europäer zuträglicher Aufenthaltsort. Vom Schire-Hochlande aus bieten sich bequeme Wasserwege zum Eintritt in Britisch-, Deutsch- und Portugiesisch-Mittelafrika sowie in den östlichen Theil des Congostaates dar. Bis Fort Johnston am Südende des Nyassa-Sees sind es noch 140 km. Auf dem 560 km langen Nyassa-See fahren sechs Dampfer, die den Verkehr bis zur Nordspitze vermitteln. Zu Land geht es dann weiter auf der Stevenson-Strasse zu dem 340 km entfernten Tanganyika-See, wobei die Lasten wieder durch Träger befördert werden müssen. Auf dem 644 km langen Tanganyika-See verkehren englische und deutsche Dampfer. Alle 10 Tage geht ein Dampfer von Kituta am Südende bis zum Nordende, der auch die Häfen am Ost- und Westufer anläuft. Nach dem westlich vom Tanganyika-See gelegenen Mweru-See vermitteln wieder Träger die Beförderung der Lasten. Der auf dem Mweru-See stationirte Leichterdampfer dehnt seine Fahrten von Chienji bis zu den Johnston-Fällen des Luapûla aus.

(Schluss folgt.)

RUNDSCHAU.

Nach einem milden Winter war der Frühling schon im März ins Land gekommen. Die Sonne schien und laue Winde fächelten durch Wald und Flur. Die Welt jauchzte auf und träumte sich schon in den kommenden Sommer. Wogende Aehrenfelder und saftig grüne, von tausend Blüthen durchsetzte Wiesen, überfluthet vom goldnen Schein einer gütigen Julisonne, tauchten vor unseren Augen auf. Selbst die sonst so vorsichtige Pflanzenwelt liess sich von solchen sanften Vorboten kommender Herrlichkeit einlullen und Knospe auf Knospe sprosste aus den braunen, unscheinbaren Hüllen, in deren Schutz sie den langen Winterschlaf bestanden hatten. Erst kamen die Weiden und Faulbäume, dann die Birken und Buchen; als aber die dicken Kastanienknospen aufbrachen und ihre saftigen Blätter wie Kinderhände ausspreizten, da gab es kein Halten mehr. Die graue Erde unter den Bäumen bedeckte sich mit knospendem Rasen und die Mandel-, Kirschen- und Aepfelbäume zogen jubelnd ihr festliches Blüthenkleid an. Es ging durch die Welt wie ein Schrei der Erlösung, wie ein brausender Jubelsang, ein Lied der frohen Hoffnung auf eine kommende bessere Zeit!

Aber wir waren Alle betrogen worden: die Bäume, das junge Gras und die Blumen, die sich herausgewagt, die Schmetterlinge, die aus ihren Schlupfwinkeln gekrochen waren und im warmen Sonnenschein spielen zu können wähnten, die Lerchen und Dompfaffen, die ihr Frühlingslied gesungen hatten, und der poetisch veranlagte Jüngling, der es ihnen hatte nachthun wollen. Es fiel ein Reif in der Frühlingsnacht und dann kamen Tage, wo wilde Stürme mit Hagel und Schnee und Regen pfeifend über die frühlingstrunkene Erde dahinjagten, Aeste und dicke Stämme knickten und Millionen von sanften Knospen brachen, noch ehe sie das Leben, dem sie so hoffnungsfroh entgegengesprosst waren, kennen gelernt hatten.

Harte Tage sind wieder in die Welt gekommen. Wer im Herzen treu geblieben ist dem Glauben unserer Väter, die in der gesammten belebten Natur das Wirken einer Weltseele erkannten, der kann heute nicht durch Wald und Flur gehen, ohne im Geiste die Wehklagen trauernder Dryaden zu vernehmen, ohne den Klagegesang zu hören, den die Bäume und Blüthen und Thiere über geschlagene Wunden, geknickte Hoffnungen und jäh zerstörte wonnige Träume anzustimmen scheinen.

Aber es giebt kein Leid, das die Zeit nicht zu heilen vermöchte. Nur Muth, ihr armen Lebewesen, die ihr heute jammernd die Köpfchen senkt! Der Sommer wird doch kommen, später als ihr dachtet, aber kommen wird er in seiner ganzen Pracht und Herrlichkeit. Dann werden die Wunden, die der unerwartet wiedergekehrte Winter euch heute schlug, vernarbt sein, die verstummten Finken werden ihr Lied wieder singen und an Stelle der heute geknickten Blüthen werden andere ihre Düfte von sich geben, die nicht minder schön sind! Die Hoffnung auf kommende gute Tage lässt sich nicht vernichten, hier ist ein Zeichen: aus dem Schnee, der vorgestern gefallen ist und den der Sturm hier zwischen den Bäumen zusammengefegt hat, sprosst, süss lächelnd, als wäre Nichts geschehen, eine zarte Crocusblüthe und nicht weit von ihr ein duftendes Veilchen! Gott schütze euch, ihr kleinen Frühlingsboten, und segne euch dafür, dass ihr in eurer Weise mir zuruft: „Nur nicht verzagen, es wird Alles wieder gut werden!“

Mit solchen Gedanken habe ich und haben tausend Andre sich das Unheil angesehen, welches die diesjährigen Aprilstürme angerichtet haben. Wir haben uns daran erinnert, wie in manchem vorangegangenen Jahr ein unerwartet früher Frühling Recht behalten hat und ungehindert zum Sommer herangereift ist, wie aber in anderen Jahren, gerade so wie heuer, der entschwundene Winter nochmals zurückgekehrt ist und mehr oder weniger hart gehaust hat. Und dann ist wieder die alte Frage in uns aufgetaucht, die alljährlich um diese Zeit lebendig wird, um, nachdem sie mehr oder weniger gut und erschöpfend beantwortet worden ist, wieder auf ein Jahr vergessen zu werden: die Frage, wie es kommt, dass Frühlingsschnee und -Frost der zarten, knospenden Vegetation verhältnissmässig so wenig anzuhaben vermögen.

Schon in einem früheren Jahrgange des *Prometheus* ist diese Frage ventilirt worden. Dies und Jenes ist damals gesagt worden, und als schon der Sommer ins Land gekommen war, erhielt ich als Herausgeber immer noch Zuschriften von Lesern, welche beobachtet hatten, wie allerlei Lieblinge in ihren Gärten dem Frost widerstanden hatten und wie unter dem noch liegenden Schnee die Vegetation zu knospendem Leben erwacht war.

Unter den damals nicht veröffentlichten Zuschriften verdient die nachfolgende jetzt, wo der Gegenstand wieder actuell geworden ist, der Vergessenheit entrissen zu werden:

„Hochgeehrter Herr Geheimrath!

Bezüglich der in Nr. 619 und 628 des *Prometheus* behandelten Frage, welche Kraft die Frühlingspflanzen befähige, die Schneedecke zu durchbrechen, möchte ich

mir erlauben, Ihnen eine Beobachtung mitzutheilen, die vielleicht auch nicht ganz ohne Bedeutung ist:

Im März 1900 hatte ich eine Vertretung in Bad Salzbrunn übernommen und bemerkte, dass der Schnee, der im Winter von den Gängen weggeschaufelt war, an einer Hausecke einen hohen Berg gebildet hatte, der durch sein langsames Abthauen Haus und Garten beständig nass erhielt.

Ich liess den immer noch über 2 Fuss hohen Haufen fortschaffen, was jedoch viel Mühe machte, da er fast durchweg zu Eis erhärtet war. Wie gross war daher unser Erstaunen, als wir darunter mehrere sehr kräftige Sprosse einer *Iris*-Art entdeckten, die zwar etwas bleichsüchtig — etiolirt —, aber sonst sehr kräftig bis zu 14 cm Höhe entwickelt waren. Die blasse Farbe der Triebe zeigte mir an, dass das Sonnenlicht durch die von Schnee und Schmutz gebildete Decke doch nur unvollkommen hatte dringen können, denn nach 2 Tagen erstrahlten die Pflanzen in saftigstem Grün. Den Einfluss der Sonnen wärme möchte ich völlig leugnen, zumal der Garten an der Nordseite des Hauses liegt.

Ich war damals der Ansicht, dass die Eigenwärme der Triebe — eventuell die Erdwärme — verbunden mit der mechanischen Kraft der jungen Pflanze (vergl. eine Notiz aus den letzten Nummern des *Prometheus* über die hebende Kraft der Pilze) das Hochkommen ermöglichte, und kann mich auch jetzt nicht zu einer anderen Ansicht bekehren. Ich würde mich deshalb freuen, wenn ich über diese Verhältnisse einmal völlige Klarheit erhielte.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Lyck (Ostpreussen), 28. October 1901.

C. Feyerabendt."

Die in dieser Zuschrift geschilderte Beobachtung giebt zu denken. Wie die in Nr. 628 abgedruckte Zuschrift des Herrn Dr. Stauffacher, wirft auch sie die Frage auf, ob wirklich von einer Wärmeentwickelung bei Pflanzen nicht die Rede sein und nur die Sonnenwärme zum Schmelzen des Schnees verwendet werden könne. Die ganze Frage verliert aber den Anstrich des Räthselhaften, wenn wir uns das Verhältniss, in welchem der Schnee und die Pflanzenwelt zu einander stehen, einmal ordentlich klar machen.

Was zunächst die Eigenwärme vegetirender Pflanzen (und wohl auch niederer Thiere, die aber hier nicht in Betracht kommen) anbelangt, so kranken wir zumeist daran, dass wir die uns in der Schule eingetrichterte strenge Unterscheidung zwischen warm- und kaltblütigen Lebewesen nie wieder recht los werden können. Gerade so, wie wir in Bezug auf die warmblütigen Geschöpfe allzu bereit sind, auf eine absolute Constanz ihrer Körpertemperatur zu schwören, während doch genauere Untersuchungen, selbst wenn dieselben nur in der gelegentlichen Benutzung eines Fieberthermometers bestehen, uns davon überzeugen können, dass die von der Natur an den Warmblütern angebrachten Temperatur-Regulirungs-Vorrichtungen zwar gut, aber nicht ganz ohne Schwankungen functioniren, gerade so belehren uns auch die einfachsten Versuche, dass alle kaltblütigen Wesen, inclusive der Pflanzen, durchaus nicht immer genau die Temperatur ihrer Umgebung besitzen. Streng genommen sind auch sie Warmblüter, denn auch in ihren Säften verlaufen die in denselben sich abspielenden chemischen Processe mit einer bestimmten Wärmetönung, welche in der Mehrzahl der Fälle positiver Art ist. Da aber für ihre Lebensprocesse eine constante höhere Temperatur nicht erforderlich ist, so fehlen ihnen ganz oder theilweise die Wärme-Aufspeicherungs- und Regulir-Vorrichtungen, welche die warmblütigen Thiere zu dem machen, was sie sind. Das schliesst aber keineswegs aus, dass Pflanzen und „kaltblütige" Thiere durch die in ihnen verlaufenden chemischen Processe Eigenwärmen besitzen, die zwar mit der Temperatur der Umgebung schwanken, dabei aber constant um einen oder wenige Grade oder auch nur Bruchtheile von Graden höher liegen, als die Temperatur der Umgebung.

Halten wir an dieser unzweifelhaften Thatsache fest, so wird es uns nicht schwer, sowohl die Widerstandsfähigkeit der Frühlingsvegetation gegen vorübergehende Schneefälle und gelinde Nachtfröste, als auch die überraschende Erscheinung der eine Schneedecke durchbrechenden kräftig vegetirenden Zwiebelgewächse und sonstigen Blumen zu verstehen.

Letztere Erscheinung ist keineswegs so selten, wie Mancher, der sie vielleicht noch nicht gesehen hat, glauben mag. Sie ist keine Ausnahme von dem normalen Zustande, sondern die Regel überall da, wo die Bedingungen für das Liegenbleiben von Schnee bis in die Zeit des kräftigen Pflanzenwachsthums gegeben sind. Dies ist namentlich im Gebirge und Hügellande der Fall, wo die Winde den Schnee in geschützte und unbesonnte Winkel zusammenkehren und ihm so Gelegenheit geben, sich bis in den Frühsommer zu halten. Jeder Bergsteiger weiss, dass man im Gebirge im Mai und Juni, ja mitunter noch im Juli Schnee tief unter der eigentlichen Schneegrenze antrifft, der nicht selten von allerlei Pflanzen überwuchert und mitunter an seiner Oberfläche von Staub so stark gefärbt ist, dass man ihn kaum als Schnee erkennt. Als ich einst im Mai, von Italien kommend, den Simplon überschritt, fand ich in der Nähe des Hospizes ein ziemlich ausgedehntes Schneefeld, welches von üppig blühenden Crocuspflanzen vollkommen bedeckt war. Der Stengel jeder einzelnen dieser Pflanzen berührte nirgends den Schnee, sondern stand in einer vollständigen Röhre, welche dem an der Oberfläche des Schnees sich bildenden Schmelzwasser gestattete, nach dem Boden zu abzufliessen. Solche Röhren konnten doch nur dadurch gebildet sein, dass von den Pflanzen fortwährend Wärme ausstrahlte, deren Intensität, mit dem Thermometer gemessen, gering genug gewesen sein mag, die aber in ihrer fortdauernden Erzeugung durch die Pflanzen vollkommen hinreichend war, um die Schmelzwärme für diejenige Menge Schnee zu bilden, welche in dem entstandenen Rohr ursprünglich enthalten gewesen war. Die ganze Erscheinung erinnert an die Vorgänge in einem Eis-Calorimeter, und man könnte bei andauernder Beobachtung derselben sehr genau die Wärmetönung der unter solchen Verhältnissen vegetirenden Pflanze feststellen.

Was den oberflächlichen Beobachter bei solchen Kämpfen zwischen Frühjahrsfrost und Pflanzenleben stets am meisten überrascht, ist die Thatsache, dass die Pflanzen meist die Sieger bleiben. Es ist doch bekannt — so sagt man sich —, dass keine Pflanze den Frost vertragen kann, und doch verträgt sie tagelanges Verweilen im Schnee, d. h. unter Verhältnissen, welche unzweifelhaft eine Abkühlung bis auf den Gefrierpunkt bedeuten. Wie lässt sich das erklären?

Die Erklärung dieser scheinbaren Paradoxe liegt darin, dass in vorstehender Schlussfolgerung ein ganz kleiner Fehler enthalten ist. Wir unterscheiden nämlich nicht scharf genug zwischen Gefrierpunkt und Thaupunkt des Wassers. Beide liegen bei 0°, der Temperatur, welche sowohl von gefrierendem Wasser, wie von thauendem Eise angezeigt wird. Trotzdem sind beide nicht das Gleiche. Thauendes Eis verschluckt die ihm zufliessende

Wärme und benutzt dieselbe, um sich ohne Temperaturerhöhung in Wasser zu verwandeln. Es kann ihm aber, nach dem Carnotschen Gesetz, Wärme nur von solchen Körpern zufliessen, welche selbst über 0° warm sind. Gefrierendes Wasser aber friert deshalb, weil ihm trotzdem, dass es bereits auf 0° abgekühlt ist, immer noch Wärme entzogen wird. Gefrierendes Wasser ist also ein Wärme-Spender, während thauendes Eis ein Wärme-Empfänger ist. Beide Dinge sind ebensowenig dasselbe, wie es etwa dasselbe wäre, ob Jemand mir tausend Mark schenkt oder ob ich sie ihm geben muss.

Eine Temperatur von 0° ist den meisten Pflanzen ganz ungefährlich. Durch dieselbe wird zwar ihr Lebensprocess verlangsamt, aber nicht dauernd vernichtet. Da nun in thauendem Schnee die Temperatur nur bis auf 0°, aber keinesfalls tiefer sinken kann, so können Pflanzen ziemlich lange die unmittelbare Nachbarschaft des Schnees vertragen, ohne Schaden zu nehmen. Lebensgefährlich ist für die Pflanzenwelt nur der Frost, bei welchem ihnen mehr Wärme entzogen wird, als sie erzeugen können, wodurch ein Gefrieren ihrer Zellsäfte bewirkt wird. Da das Gefrieren des Wassers unter Volumvermehrung und zugleich unter Ausscheidung der meisten in ihm gelösten Stoffe stattfindet, so bedeutet der Frost für den Inhalt der Pflanzenzelle eine Entmischung und für ihre Hülle zugleich eine Zerstörung. Von einem solchen Schlage vermag sie sich nicht zu erholen — die Pflanze geht zu Grunde.

Hält man daran fest, dass die vegetativen Processe der Pflanze selbst bei einer Abkühlung ihrer Umgebung auf 0° noch nicht völlig erlöschen, sondern als exothermische chemische Vorgänge fortfahren, Wärme zu erzeugen, so begreift man, wie es möglich ist, dass Pflanzen in kalten Frühjahrsnächten sogar ein mehrstündiges Herabsinken der Lufttemperatur auf 1—2° unter 0 ertragen können, ohne zu Grunde zu gehen. Man darf nicht vergessen, dass die Pflanze gerade in der Dunkelheit sich mit Verbrennungsprocessen beschäftigt, welche bekanntlich insgesammt eine erhebliche positive Wärmetönung haben. Bei kräftig vegetirenden Pflanzen reichen diese Processe aus, um zu verhindern, dass in einer kalten Mainacht, in welcher vielleicht 3 Stunden lang die Lufttemperatur bis auf — $^1/_2$° sinkt, auch die Pflanzen bis auf diese Temperatur, bei welcher schon Eisbildung eintreten müsste (welche die Pflanzen tödten würde), abgekühlt werden. Erst bei andauerndem Frost wird die Sache für die Pflanzen bedenklich: ihre vegetative Thätigkeit nimmt ab, damit auch ihre Wärmeproduction, während andrerseits die Umgebung an sie als Wärmelieferanten Anforderungen stellt, denen sie nicht mehr genügen können. Sie gerathen in einen Wärmebankerott, der für sie mit dem Tode gleichbedeutend ist.

Gutes Schneeglöckchen und hoffnungsfreudiges Veilchen! Ihr wisst genau, weshalb ihr diesem tückischen April mit seinen unwirschen Manieren ins Gesicht lachen könnt. Der böse Geselle wirft in seiner Wuth nur mit den Resten des Winters um sich, mit denen er euch nichts anhaben kann. Der Winter selbst aber ist, so hofft ihr und so hoffe ich mit euch, todt und begraben!

Otto N. Witt. [8733]

* * *

Naturgas ist in seinem Vorkommen an die Gegenden gebunden, in denen ergiebige Petroleumquellen fliessen, wie es aus Nordamerika bekannt ist, wo die Gasquellen seit langem für Beleuchtungs- und gewerbliche Zwecke ausgebeutet werden. Wie der *Gesundheits-Ingenieur* mittheilt, hat man vor einiger Zeit in England in der Nähe des Canals, bei Eastbourne, in einer Gegend, in der man wegen Wassermangels zu Tiefbohrungen behufs Erschliessung von Trinkwasserquellen gezwungen ist, in einer Tiefe von 120 m eine Gasquelle aufgeschlossen, die jetzt täglich 400 000 cbm Gas liefern soll. Es hat sich eine Gesellschaft zur wirthschaftlichen Ausbeutung der Naturgasquellen, die „Natural Gas Fields of England Ltd.“, gebildet. Aus dem erbohrten Gase wird bereits die Station Heathfield bei Eastbourne mit Leuchtgas versorgt, da die Zusammensetzung des Naturgases hierfür und für die Verwendung von Schnittbrennern günstig ist. Es soll festgestellt sein, dass die Gasquellen einen Druck von mehr als 10 Atmosphären besitzen. [8731]

POST.

An den Herausgeber des Prometheus.

Pseudoflüssigkeit und flüssiger Aggregatzustand. — Im XIII. Jahrgange Ihres geschätzten Blattes findet sich auf Seite 495 eine der *Chemiker-Zeitung* ententnommene Notiz über die Beobachtung der Erscheinung einer Pseudoflüssigkeit durch A. E. Nordenskjöld. Als ich diese Notiz las, wollte ich Ihnen die Mittheilung machen, dass man dieses Phänomen auch bei Ausführung der Schwefelbestimmung nach Eschka (Erhitzen von Steinkohle, Magnesia und wasserfreiem Natriumcarbonat in einem Tiegel) ganz vorzüglich beobachten kann, wollte jedoch daran meine Gedanken knüpfen, die sich mir über das Wesen der Flüssigkeiten aufdrängten, und versuchte für meine Ideen auch Stützpunkte beizubringen; ich gerieth in die theoretische Physik und Chemie hinein, fing an zu suchen, zu rechnen, nachzudenken und — wie das oft bei solchen Gelegenheiten geht — fand nicht ausreichend befriedigende Beweise; die Gedanken wurden durch die gewöhnliche Tagesarbeit zurückgedrängt und verschwanden von der Bildfläche, und der Brief, den ich schon fast fertig hatte, wanderte in eine Mappe und blieb da liegen.

Ein Referat in der *Chemiker-Zeitung* über eine Arbeit von J. Traube: „Theorie der kritischen Erscheinungen und der Verdampfung. Beitrag zur Theorie der Lösungen“ hat mich wieder bewogen, zur Feder zu greifen. Doch diesmal will ich mich nicht wieder in die Bücher über theoretische Physik und Chemie vergraben, sondern lieber frei bekennen, dass ich zu wenig Specialfachmann in diesen Gebieten bin, um mir selbst eine Antwort auf meine Fragen geben zu können, und mich an den *Prometheus* wenden mit der Bitte, dass er mit seiner steten Bereitwilligkeit, zu helfen und aufzuklären, mir unter die Arme greifen möge.

Das Phänomen der Pseudoflüssigkeit, welches bei der Eschkaschen Schwefelbestimmung auftritt, ist so überraschend und man könnte sagen überwältigend, dass man unwillkürlich sich die Frage vorlegt: „Kommt nicht am Ende die Erscheinung des flüssigen Aggregatzustandes auf dieselbe Weise zu Stande?“ Ich meine, nicht die Aehnlichkeit als solche veranlasst Einen, so zu fragen, sondern vielmehr die sich aufdrängende Ueberzeugung, dass in beiden Fällen genau dieselben Gesetze Geltung haben müssen. Beim Erhitzen des Gemenges von Kohle, Magnesia und Natriumcarbonat entwickelt sich ein Gas, welches die Reibung der festen Theilchen an einander auf das Minimum reducirt. Die Masse wird leicht beweglich wie eine Flüssigkeit; aber nicht nur das: es bilden sich beim Schütteln tadellose Wellen, beim stärkeren Erhitzen siedet das Pulver sogar, nicht etwa so,

dass nur das Gas entweicht, es bildet sich so zu sagen auch ein „gesättigter Dampf“, indem feste Partikel mit herausgeschleudert werden. Es macht also den Eindruck, dass eine Wechselwirkung zwischen den festen und gasförmigen Partikeln stattfindet, wie beim Sieden einer Flüssigkeit, wo stets gesättigter Dampf entsteht. Es tauchen sofort die Gedanken auf: „Ist nicht der verschiedene Aggregatzustand nur von der gegenseitigen Wechselwirkung von festen und gasförmigen Theilchen und ihren Mengenverhältnissen abhängig und der flüssige Aggregatzustand an das Vorhandensein einer genügenden Anzahl von gasförmigen Molekeln zwischen den festen gebunden? Dienen nicht die gasförmigen Molekeln so zu sagen als Schmiermittel, welches die geringe innere Reibung der Flüssigkeiten hervorruft?“

Wie gesagt, eine überzeugende, ausreichende Antwort kann ich mir nicht geben, ich will im Nachstehenden, nicht einmal in systematischer Folge, die Thatsachen und Gründe anführen, die eine solche Auffassung nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen gestatten.

Vor allem möge angeführt werden, dass überall bei den Flüssigkeiten (wie auch theilweise den festen Körpern) das Gas — ich möchte sagen: zwischen den Zeilen durchblickt. Die Gesetze von Raoult und van't Hoff deuten darauf hin, dass die gelösten Stoffe in den Lösungsmitteln den Gasgesetzen gehorchen, die verschiedenen Energieconstanten der Flüssigkeiten und andere an ihnen wahrgenommene Erscheinungen sprechen gegen ihre absolute Homogenität, beim Wasser erklären es manche Forscher durch Vorhandensein von verschiedenartigen Wassermolekeln, von Eismolekeln und Dampfmolekeln. Die oben citirte Abhandlung von Traube nimmt direct an, dass Wasser eine Lösung von gasogenen Theilchen in liquidogenen ist. Gerade die Beziehung zwischen „fest“ und „gasförmig“, die ich aus der Erscheinung des Heraussiedens fester Theilchen bei der Eschkaschen Bestimmung ableitete und als von der Temperatur abhängig (in meinem ersten, liegen gebliebenen Briefe näher begründet) annahm, ist bei Traube als von der Temperatur abhängige Beziehung zwischen Fluidonen und Gasonen beschrieben. Wenn aber in den Flüssigkeiten Gasmolekeln vorhanden sind, so muss man auch daran denken, dass die Dampftension (auch diejenige der festen Körper) am Ende die frei durch die Oberflächenspannung verkehrenden Dampfmolecüle sind*). Witt (*Ch.-Ztg.* 1900, Rep., 125) nimmt sogar an, dass die Dampftension des Wassers proportional der Zahl der „Dampfmolekeln“ im Wasser ist.

Hat man aber in der Art angefangen zu grübeln und zu denken, so nimmt es kein Ende mit den Gedanken. Vor allem kommt man nicht um die Erscheinungen des Schmelzens und Siedens herum. Man fragt sich: „Wozu werden die grossen Energiemengen bei der Aenderung des Aggregatzustandes gebraucht? Woher kommt es, dass die molecularen specifischen Wärmen der Flüssigkeiten durchschnittlich viel höher sind, als diejenigen der festen Körper und Gase, und die molecularen Wärmen der letzteren viel niedriger, gleichmässiger und ähnlicher sind?“ Beim Eis und Dampf sind sie z. B. gleich: ca. 8,3, während die des flüssigen Wassers auf 18,1 steigt; merkwürdig ist wieder der Umstand, dass die Dampftension unbekümmert constant steigt. Vielleicht steckt hier die mit der Temperatur constant wechselnde Beziehung zwischen den festen und gasförmigen, das regelmässige Anwachsen der Zahl der gasförmigen Partikeln dahinter und wird die beim Siedepunkt verschwindende und schon vorher in grösserer Menge erforderliche Wärmemenge bloss zum Auseinanderdrängen der festen Molekeln (vielleicht aus zwei Einwirkungsphasen: Schmelzpunkt, Siedepunkt), zum Vernichten der Oberflächenspannung benutzt. Daher kommen auch bei dem festen Aggregatzustande, wo das erste Losreissen aus der Einwirkungsphase sich noch nicht bemerkbar macht, und dem gasförmigen, wo bereits Alles, was zu trennen war, getrennt ist, die an das einzelne Molecül gebundenen Eigenschaften, wie z. B. die molecularen Wärmen, reiner zum Ausdruck. Ist nicht die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um einen Stoff auf eine höhere Temperatur zu bringen, wenn man von den sogenannten Schmelz- und Verdampfungswärmen absieht, aus zwei Theilen zusammengesetzt, dem einen, welcher darauf verwandt wird, um dem einzelnen Atom eine grössere Bewegung zu geben (Atomwärme von Kopp), und dem anderen Theil, welcher die Vermehrung der Zahl der dampfförmigen Molekeln, die Vergrösserung der Dampftension, die Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zwischen fest und gasförmig zu besorgen hat?

Doch genug; man muss seinen Gedanken ein energisches „Halt!“ zurufen, da dieselben Einen vom Boden der realen Wissenschaft auf denjenigen der Speculationen zu ziehen drohen.

Ich kehre wieder auf den sicheren Boden des Experimentes, zu der Schwefelbestimmung zurück und führe nur noch an, dass gerade die Thatsache, dass ein Gemenge von festen Körpern, d. h. starr mit einander durch Anziehung verbundenen Molekeln, und von Gasen schon die Erscheinung einer Flüssigkeit giebt, der Grund ist, weshalb ich nur die Existenz von festen und gasförmigen Molekeln oder Molecularverbindungen annahm; zum mindesten kann ich den Schluss ziehen, dass in einer Flüssigkeit wohl noch starr mit einander verbundene Gebilde bestehen können, ohne das Bild des flüssigen Aggregatzustandes zu stören*). Ob die Erscheinungen der Durchsichtigkeit der Flüssigkeiten dagegen sprechen, vermag ich nicht zu beurtheilen. Ja man kommt so überhaupt mit den Bezeichnungen „fest“, „flüssig“, „gasförmig“ möglicherweise in die Brüche, denn eine Flüssigkeit, welche Gase enthalten muss, um Flüssigkeit zu bleiben, ist keine richtige Flüssigkeit; ob die Bezeichnung „Lösung“ die richtige ist, kann ich nicht beurtheilen.

Mein Schlusszeichen bleibt nach wie vor ein grosses Fragezeichen, das ich in Gedanken hierher setze; möge dasselbe nicht unbemerkt bleiben und der hochgeschätzte Herausgeber des *Prometheus* die Aufmerksamkeit seiner Mitarbeiter auf dasselbe lenken! [8684]

Riga, den 9. Juni / 27. Mai 1902. C. Blacher.

---

*) Tritt ein fester Körper in Dampfform in ein Lösungsmittel ein, so werden vielleicht einige Dampfmolekeln des letzteren durch Dampfmolekeln des gelösten Körpers, die nicht die Oberflächenspannung überwinden können, ersetzt, was erforderlich ist, um den Gleichgewichtszustand nicht zu stören. Es könnte also auf diese Weise die beobachtete moleculare Dampfdruckerniedrigung, die zur Bestimmung der Moleculargewichte benutzt wird, zu Stande kommen.

*) Die Annahme eines flüssigen Aggregatzustandes der Molekel oder einer Gruppe von Molekeln ist also nicht erforderlich; dieselben müssen nur durch die dazu ausreichende Anzahl von Dampfmolekeln in genügend kleinen Complexen aus einander gedrängt sein. —?